

Family list

1 family member for:

JP11254237

Derived from 1 application.

1 FINE MACHINING DEVICE AND FINE MACHINING METHOD

Publication info: **JP11254237 A** - 1999-09-21

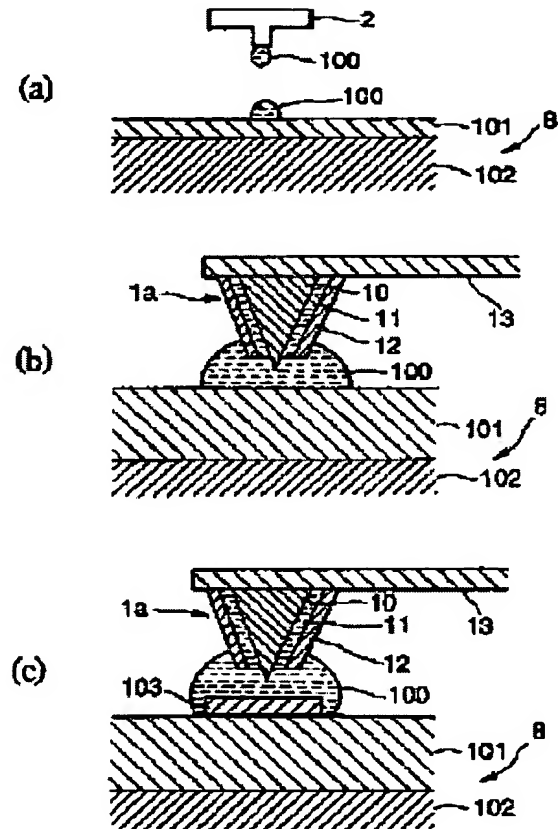
Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

FINE MACHINING DEVICE AND FINE MACHINING METHOD**Patent number:** JP11254237**Publication date:** 1999-09-21**Inventor:** IDE TSUGIO; NEHASHI SATOSHI; ISHIDA MASAYA; SHIMODA TATSUYA; KATSUYAMA TAKANOBU**Applicant:** SEIKO EPSON CORP**Classification:****- international:** B23H3/00; C23C14/04; H01L41/09; B41J2/01; H01L21/3065; B23H3/00; C23C14/04; H01L41/09; B41J2/01; H01L21/02; (IPC1-7): B41J2/01; H01L21/3065; B23H3/00; C23C14/04; H01L41/09**- european:****Application number:** JP19980063759 19980313**Priority number(s):** JP19980063759 19980313

Report a data error here

Abstract of JP11254237

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fine machining device which can efficiently use material and can be miniaturized. **SOLUTION:** Fine machining is performed by locally applying fluid 100 used for fine machining to the work area of a work face 101 by means of an ink jet system(a), making a probe 1a contact with the fluid 100 applied to the work area (b) and supplying the probe 1a made to contact with the fluid 100 with voltage and light without wastefully spending fluid which is used as a machining medium.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-254237

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月21日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

B23H 3/00

C23C 14/04

H01L 41/09

// B41J 2/01

H01L 21/3065

F I

B23H 3/00

C23C 14/04

H01L 41/08

B41J 3/04

H01L 21/302

B

U

101

Z

J

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全10頁)

(21) 出願番号

特願平10-63759

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月13日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 井出 次男

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 根橋 聡

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 石田 方哉

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

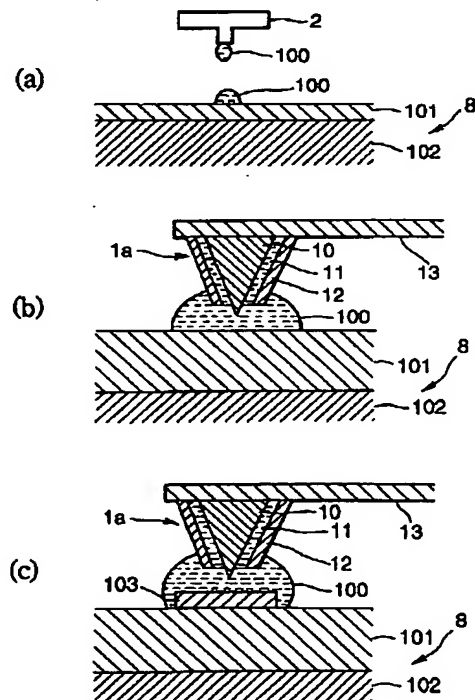
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細加工装置および微細加工方法

(57) 【要約】

【課題】 材料の利用効率がよく小型化が可能な微細加工装置を提供する。

【解決手段】 被加工面(101)の被加工領域に微細加工に用いる流動体(100)を局所的にインクジェット方式により塗布し(a)、被加工領域に塗布された流動体(100)に探針(1)を接触させ(b)、流動体(100)に接触させた探針(1)に電圧や光などのエネルギーを供給することにより、作用媒体である流動体を無駄にすることとなる微細加工を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 探針を用いて被加工面を微細加工するための微細加工装置において、

前記被加工面に微細加工するための前記探針と、

前記探針を前記被加工面に対して任意の相対的な空間位置に搬送可能な第 1 搬送機構と、

前記被加工面に流動体を局所的に塗布可能に構成された流動体塗布機構と、

前記流動体塗布機構を前記被加工面に対して任意の相対的な空間位置に搬送可能な第 2 搬送機構と、

前記探針に所定のエネルギーを供給可能に構成されたエネルギー供給装置と、

前記第 1 搬送機構による前記探針の搬送、前記流動体塗布機構による流動体の塗布、前記第 2 搬送機構による前記流動体塗布機構の搬送および前記エネルギー供給装置による前記探針へのエネルギーの供給を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は被加工面の被加工領域に前記流動体塗布機構に前記流動体を塗布させ、前記被加工領域に塗布された流動体に前記探針を接触させ、前記エネルギー供給装置に前記探針にエネルギーを供給させることを特徴とする微細加工装置。

【請求項 2】 前記エネルギー供給装置は、前記エネルギーとして前記探針と前記流動体との間に一定電圧を印加可能に構成され、

前記探針は、前記エネルギー供給装置の一方の電位に接続される芯極と、前記エネルギー供給装置の基準電位に接続される参照電極と、を備える請求項 1 に記載の微細加工装置。

【請求項 3】 前記エネルギー供給装置は、前記エネルギーとして光を供給可能に構成され、

前記探針は、前記エネルギー供給装置からの光を前記被加工面の被加工領域に伝達可能な導波路を備える請求項 1 に記載の微細加工装置。

【請求項 4】 探針を用いて被加工面を微細加工するための微細加工装置において、

前記被加工面に微細加工するためにエネルギー供給装置の一方の電位に接続される芯極を備えた探針と、

前記探針を前記被加工面に対して任意の相対的な空間位置に搬送可能な第 1 搬送機構と、

前記被加工面に局所的に流動体を塗布可能に構成された流動体塗布機構と、

前記流動体塗布機構を前記被加工面に対して任意の相対的な空間位置に搬送可能な第 2 搬送機構と、

前記探針と前記流動体との間に一定電圧を印加可能に構成された前記エネルギー供給装置と、

前記第 1 搬送機構による前記探針の搬送、前記流動体塗布機構による流動体の塗布、前記第 2 搬送機構による前記流動体塗布機構の搬送および前記エネルギー供給装置による前記探針へのエネルギーの供給を制御する制御装

置と、を備え、

前記制御装置は前記被加工面の被加工領域に前記探針を近づけて前記エネルギー供給装置に当該探針に対し電圧を印加させて第 1 の加工を行わせ、さらに当該被加工領域に前記流動体塗布機構により前記流動体を塗布させて第 2 の加工を行わせることを特徴とする微細加工装置。

【請求項 5】 前記流動体塗布機構は、ノズル穴に通ずる圧力室と当該圧力室を加圧可能に設けられた圧電体素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドであり、前記制御装置は前記圧電体素子に電圧を印加することにより当該圧力室に充填された流動体を前記ノズル穴から吐出させて当該流動体を前記被加工面に塗布可能に構成されている請求項 1 に記載の微細加工装置。

【請求項 6】 前記第 1 搬送機構および前記第 2 搬送機構のいずれか一方が他方とともに移送可能に構成され、当該一方の搬送機構が当該他方の搬送機構に対し一定範囲で移動可能に構成されている請求項 1 に記載の微細加工装置。

【請求項 7】 前記被加工面には金属薄膜が形成され、前記流動体として前記金属を酸化させる溶液を使用し、前記エネルギー供給装置より電圧を供給することにより前記金属薄膜を酸化させる請求項 2 に記載の微細加工装置。

【請求項 8】 前記被加工面は導電性を備え、前記流動体として鍍金液を使用し、前記エネルギー供給装置より電圧を供給することにより前記被加工面を鍍金する請求項 2 に記載の微細加工装置。

【請求項 9】 前記流動体としてレジスト材料を使用し、前記エネルギー供給装置より光を供給することにより前記レジスト材料を露光する請求項 3 に記載の微細加工装置。

【請求項 10】 前記被加工面は磁性材料で形成され、前記流動体として酸化物をエピタキシャル成長させる原料を含んだ溶液を使用し、前記制御装置は前記第 1 の加工として前記磁性材料を酸化物とさせ、前記第 2 の加工として当該酸化物を前記流動体中でエピタキシャル成長させる請求項 4 に記載の微細加工装置。

【請求項 11】 探針を用いて被加工面を微細加工するための微細加工方法において、

前記被加工面の被加工領域に微細加工に用いる流動体を局所的に塗布する工程と、

前記被加工領域に塗布された前記流動体に前記探針を接触させる工程と、

前記流動体に接触させた前記探針に所定のエネルギーを供給する工程と、を備えたことを特徴とする微細加工方法。

【請求項 12】 前記エネルギーを供給する工程では、前記エネルギーとして前記探針と前記流動体との間に一定電圧を印加し、さらに前記流動体の一部に基準電位を供給する請求項 11 に記載の微細加工方法。

【請求項 1 3】 前記エネルギーを供給する工程では、前記エネルギーとして光を供給する請求項 1 1 に記載の微細加工方法。

【請求項 1 4】 探針を用いて被加工面を微細加工するための微細加工方法において、

前記被加工面の被加工領域に前記探針を近づける工程と、

前記被加工面に近づけられた探針にエネルギーして第 1 の加工をする工程と、

前記被加工領域に流動体を塗布させて第 2 の加工をする工程と、を備えたことを特徴とする微細加工方法。

【請求項 1 5】 前記流動体を塗布する工程では、インクジェット方式により前記流動体を前記被加工面に塗布する請求項 1 1 に記載の微細加工方法。

【請求項 1 6】 前記流動体を塗布する工程および前記探針を接触させる工程では、前記流動体を局所的に塗布する際に前記探針を前記被加工領域付近に搬送し、前記流動体の塗布後に前記探針を局所的に搬送する請求項 1 1 に記載の微細加工方法。

【請求項 1 7】 前記被加工面には金属薄膜が形成され、前記流動体として前記金属を酸化させる溶液を使用し、前記エネルギーとして電圧を供給することにより前記金属薄膜を酸化させる請求項 1 2 に記載の微細加工方法。

【請求項 1 8】 前記被加工面は導電性を備え、前記流動体として鍍金液を使用し、前記エネルギーとして電圧を供給することにより前記被加工面を鍍金する請求項 1 2 に記載の微細加工方法。

【請求項 1 9】 前記流動体としてレジスト材料を使用し、前記エネルギーとして光を供給することにより前記レジスト材料を露光する請求項 1 3 に記載の微細加工方法。

【請求項 2 0】 前記被加工面は磁性材料で形成され、前記流動体として酸化物をエピタキシャル成長させる原料を含んだ溶液を使用し、記第 1 の加工をする工程は前記磁性材料を酸化物とさせる工程であり、前記第 2 の加工をする工程は当該酸化物を前記流動体中でエピタキシャル成長させる工程である請求項 1 4 に記載の微細加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は探針を用いた微細加工方法に係り、特にインクジェット方式を用いることにより材料の利用効率を上げ、小型の装置で微細加工を可能とする微細加工技術の改良に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 従来、特開昭 6 3 - 2 7 1 7 4 3 号公報に記載されているように、トンネル効果による電流が生じることを利用して資料表面を微細加工する技術が知られていた。トンネル効果は探針が資料表面に近づくと探

針の先端と最も近い試料上の原子との間で電流が流れるというもので、原子レベルの凹凸形状に依存して生ずる現象である。微細加工はこのトンネル効果による電流が流れる空間中に媒体（気体または液体）を作用させると、この作用媒体の種類に応じ電流が流れる微細な領域で反応を促進させることができることを利用するものである。この技術は S P M (Scanning Probe Microscope) 技術と近似している。

【0 0 0 3】 この他探針と試料との物理的な接触により試料表面を加工する技術は特開平 6 - 1 5 1 3 9 2 号公報や特許掲載公報第 2 5 9 9 8 9 7 号に掲載されている。例えば上記特開昭 6 3 - 2 7 1 7 4 3 号公報では探針と試料を反応室に入れ、反応室に反応ガスを供給することによって微細加工を行うものである。また特開平 6 - 2 9 7 2 5 2 号公報には、被加工電極上にゴム製の O リング等の収納容器を載置し、収納容器内に液体を充たし、この液体中で微細加工を行うという技術が開示されている。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながらエッチングや鍍金等、トンネル効果等の物理化学的反応を使用した表面加工技術では微細加工装置が大型になるという問題があった。作用媒体を貯蔵するために反応容器を備える必要がある他、作用媒体の局所において反応条件が変わらないように、媒体の温度、イオン濃度や気泡の量を一定にし、ゴミ等が混入しないような設備が必要とされていたからである。

【0 0 0 5】 また従来の技術では、材料の使用効率が悪いという問題点もあった。例えばレジスト材料など被加工試料に塗布後に回収できなくなる作用媒体の場合には、微細加工に用いられる材料が微量であるにもかかわらず多くの材料を未使用のまま破棄せざるを得なかった。

【0 0 0 6】 上記問題点を鑑み、本願発明者は高精度の印字を可能としている技術であるインクジェット方式等を使用することで、上記問題点を悉く解決しうることに想到した。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】 すなわち本発明の第 1 の課題は、作用媒体である流動体を局所的に塗布することにより、材料の利用効率がよく小型化が可能な微細加工装置を提供することである。

【0 0 0 8】 本発明の第 2 の課題は、作用媒体である流動体を局所的に塗布することにより、材料の利用効率がよく小型の装置に適用可能な微細加工方法を提供することである。

【0 0 0 9】 上記第 1 の課題を解決する発明は、探針を用いて被加工面を微細加工するための微細加工装置において、以下の構成を備える。

【0 0 1 0】 (a) 被加工面に微細加工するための探

針。

【0011】(b) 探針を被加工面に対して任意の相対的な空間位置に搬送可能な第1搬送機構。

【0012】(c) 被加工面に流動体を局所的に塗布可能に構成された流動体塗布機構。

【0013】(d) 流動体塗布機構を被加工面に対して任意の相対的な空間位置に搬送可能な第2搬送機構。

【0014】(e) 探針に所定のエネルギーを供給可能に構成されたエネルギー供給装置。

【0015】(f) 第1搬送機構による探針の搬送、流動体塗布機構による流動体の塗布、第2搬送機構による流動体塗布機構の搬送およびエネルギー供給装置による探針へのエネルギーの供給を制御する制御装置。

【0016】そして制御装置は被加工面の被加工領域に流動体塗布機構に流動体を塗布させ、被加工領域に塗布された流動体に探針を接触させ、エネルギー供給装置に探針にエネルギーを供給させる。または制御装置は、被加工面の被加工領域に探針を近づけてエネルギー供給装置に探針に対し電圧を印加させて第1の加工を行わせ、さらに被加工領域に流動体塗布機構により流動体を塗布させて第2の加工を行わせる。

【0017】本発明によれば、微少量の流動体と反応させるので流動体のイオン濃度や温度はすぐに変化しますが、液滴の大きさが一定で被加工面の状態が一定ならばその変化後の流動体の状態は一定のものとして把握することができる。したがって大きな溶液層や反応容器等の雰囲気装置が不要となり、製造装置が小型で済み、低コストである。

【0018】ここで被加工面とは微細加工を施す対象となる面であり試料面等の硬い面であっても可撓性のあるフィルム上の面であってもよい。流動体とは被加工面に物理化学的作用を生じさせるための作用媒体であって用途により種々に変更可能である。例えば微細加工として陽極酸化させるにはシュウ酸溶液等、被加工面を酸化する溶液を適用する。このときエネルギー供給装置からは電圧を供給する。微細加工として鍍金をするにはパーマロイ鍍金液等の鍍金用溶液を適用する。このときエネルギー供給装置からは電圧を供給する。微細加工としてレジストを設けるにはエネルギー付与によって硬化する硬化性樹脂を適用する。このときエネルギー供給装置からは光を供給する。微細加工として酸化物を液相でエピタキシャル成長させるには鉄やコバルト等塩化物水溶液を適用する。このときエネルギー供給装置からは電圧を供給する。

【0019】また探針は微細加工の目的に応じいかなる構造をしていてもよい。例えば探針がエネルギー供給装置の一方の電位に接続される芯極と、エネルギー供給装置の基準電位に接続される参照電極と、を備える場合には、上記エネルギー供給装置は、エネルギーとして探針と流動体との間に一定電圧を印加可能に構成される。探

針として光を被加工面の被加工領域に伝達可能な導波路を備える場合には、上記エネルギー供給装置は、エネルギーとして光を供給可能に構成される。探針としてエネルギー供給装置の一方の電位に接続される芯極を備える場合には、上記エネルギー供給装置は、エネルギーとして探針と流動体との間に一定電圧を印加可能に構成される。

【0020】流動体塗布機構は被加工面に局所的に流動体を塗布可能であればその構成を問わない。例えば上記流動体塗布機構にはインクジェット方式を使用することが好ましい。インクジェット方式によれば微少量の流動体を被加工面の任意の位置に塗布可能だからである。インクジェット方式のなかでもピエゾジェット方式によることは好ましい。ピエゾジェット方式によれば流動体に熱を加えることがないので作用媒体である流動体に変質を生ずることがないからである。ピエゾジェット方式は例えばノズル穴に通ずる圧力室と当該圧力室を加圧可能に設けられた圧電体素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドであり、制御装置は圧電体素子に電圧を印加することにより当該圧力室に充填された流動体をノズル穴から吐出させて当該流動体を被加工面に塗布可能に構成される。

【0021】第1搬送機構および第2搬送機構は被加工面と探針または流動体塗布機構の相対的な空間位置を変更可能に構成されていればよく、被加工面のみを搬送可能であっても探針または流動体塗布機構のみを搬送可能であってもまたは被加工面および探針または流動体塗布機構の双方を搬送可能であってもよい。また上記第1搬送機構および第2搬送機構のいずれか一方が他方とともに移送可能に構成され、当該一方の搬送機構が当該他方の搬送機構に対し一定範囲で移動可能に構成されていてもよい。すなわち探針と流動体塗布機構が共に被加工領域に移動される構成であって、流動体塗布機構により流動体が塗布されたら、塗布された流動体の位置に探針を運ぶ局所的な構造を備えていればよい。探針は回転動作によって搬送されるのでも往復動作によって運ばれるものでもよい。

【0022】上記第2の課題を解決する発明は、探針を用いて被加工面を微細加工するための微細加工方法において、(a) 被加工面の被加工領域に微細加工に用いる流動体を局所的に塗布する工程と、(b) 被加工領域に塗布された流動体に探針を接触させる工程と、(c) 流動体に接触させた探針に所定のエネルギーを供給する工程と、を備える。

【0023】例えば上記エネルギーを供給する工程では、エネルギーとして探針と流動体との間に一定電圧を印加し、さらに流動体の一部に基準電位を供給する。例えば上記エネルギーを供給する工程では、エネルギーとして光を供給する。上記流動体を塗布する工程では、インクジェット方式により流動体を被加工面に塗布する。

【 0 0 2 4 】 また上記流動体を塗布する工程および探針を接触させる工程では、流動体を局所的に塗布する際に探針を被加工領域付近に搬送し、流動体の塗布後に探針を局所的に搬送する。具体的には、上記被加工面は導電性を備え、流動体として鍍金液を使用し、エネルギーとして電圧を供給することにより被加工面を鍍金する。また具体的には上記流動体としてレジスト材料を使用し、エネルギーとして光を供給することによりレジスト材料を露光する。

【 0 0 2 5 】 また本発明は、前記被加工面の被加工領域に前記探針を近づける工程と、被加工面に近づけられた探針にエネルギーして第 1 の加工をする工程と、被加工領域に流動体を塗布させて第 2 の加工をする工程と、を備える。具体的には、被加工面は磁性材料で形成され、流動体として酸化物をエピタキシャル成長させる原料を含んだ溶液を使用し、記第 1 の加工をする工程は磁性材料を酸化物とさせる工程であり、第 2 の加工をする工程は当該酸化物を流動体中でエピタキシャル成長させる工程である

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施するための最良の形態を、図面を参照して説明する。

（実施形態 1）本発明の実施形態 1 は局所的に陽極酸化をさせる微細加工に関する。図 1 に本実施形態 1 における微細加工装置の構成図を示す。本微細加工装置は、図 1 に示すように探針 1、インクジェット式記録ヘッド 2、探針搬送機構 3、ヘッド搬送機構 4、制御装置 5 および微細加工用電源 6 を備えている。

【 0 0 2 7 】 探針 1 a は図 2 の断面図に示すようにカンチレバー 1 3 の先端に、芯極 1 0、絶縁膜 1 1、参照電極 1 2 を備えている。芯極 1 0 はトンネル効果により直接微細加工を司る電極で、いわゆる作用極として作用する電極である。芯極 1 0 は微細加工に耐えられる物理的・化学的安定性を有する材料で構成される。絶縁膜 1 1 は芯極 1 0 と参照電極 1 2 との間を絶縁するための膜であり、良好な絶縁材料、例えば酸化ケイ素等で形成されている。参照電極 1 2 は電極電位の基準となる基準電圧を与えるための電極であり物理的・化学的に安定な材料で構成される。

【 0 0 2 8 】 インクジェット式記録ヘッド 2 は、一般的なインクジェット式記録ヘッドとして任意の流動体を吐出可能に構成されていればよい。例えば図 1 はオンデマンド型のピエゾジェット方式によるインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。このインクジェット式記録ヘッド 2 は、ノズル 2 1 1 の設けられたノズル板 2 1 および振動板 2 3 の設けられた圧力室基板 2 2 を、筐体 2 5 に嵌め込んで構成される。圧力室基板 2 2 は、例えばシリコンをエッチングして形成されキャビティ（圧力室） 2 2 1、側壁 2 2 2 およびリザーバ 2 2 3 等が形成されている。

【 0 0 2 9 】 図 1 2 にノズル板 2 1、圧力室基板 2 2 および振動板 2 3 を積層して構成されるインクジェット式記録ヘッド 2 の主要部構造の斜視図一部断面図を示す。図 1 2 に示すように、ノズル板 2 1 は、圧力室基板 2 2 と貼り合わせられたときにキャビティ 2 2 1 に対応する位置に配置されるように、ノズル穴 2 1 1 が形成されている。圧力室基板 2 2 には、シリコン単結晶基板等をエッチングすることにより、各々が圧力室として機能可能にキャビティ 2 2 1 が複数設けられている。キャビティ 2 2 1 間は側壁 2 2 2 で分離されている。各キャビティ 2 2 1 は、供給口 2 2 4 を介して共通の流路であるリザーバ 2 2 3 に繋がっている。振動板 2 3 は例えば熱酸化膜等により構成される。振動板 2 3 上のキャビティ 2 2 1 に相当する位置には圧電体素子 2 4 が形成されている。振動板 2 3 にはインクタンク口 2 3 1 が設けられ、図示しないタンクから作用媒体である流動体 1 0 0 を導入可能に構成されている。流動体 1 0 0 の組成は微細加工の内容に応じて種々に変更可能であり、インクジェット式記録ヘッド 2 から吐出可能な粘度（数 p c）を備えていればよい。圧電体素子 2 4 は例えば P Z T 素子等を上部電極および下部電極（図示せず）とで挟んだ構造を備える。圧電体素子 2 4 は制御装置 5 から供給される制御信号 S p に対応して体積変化を生ずることが可能に構成されている。なお上記インクジェット式記録ヘッドは圧電体素子に体積変化を生じさせて流動体を吐出させる構成であったが、発熱体により流動体に熱を加えその膨張によって液滴を吐出させるようなヘッド構成であってもよい。すなわち局所的に流動体を塗布可能な構成を備えていればよい。ただしその場合流動体 1 0 0 が熱などにより変質しないことが条件となる。

【 0 0 3 0 】 探針搬送機構 3 は図示しない制御モータにより探針 1 を試料 8 に対して任意の相対的空間位置に搬送可能に構成されている。例えば制御装置 5 からの制御信号 S x 1 により X 軸方向に、制御信号 S y 1 により Y 軸方向に、制御信号 S z 1 により Z 軸方向にそれぞれ探針 1 を搬送可能に構成されている。さらに探針搬送機構 3 は図示しない圧電体素子を備え、探針 1 の先端位置を微調整することが可能に構成されている。ヘッド搬送機構 4 は図示しない制御モータによりインクジェット式記録ヘッド 2 を試料 8 に対して任意の相対的空間位置に搬送可能に構成されている。例えば制御装置 5 からの制御信号 S x 2 により X 軸方向に、制御信号 S y 2 により Y 軸方向に、制御信号 S z 2 により Z 軸方向にそれぞれインクジェット式記録ヘッド 2 を搬送可能に構成されている。なお各搬送機構は探針またはインクジェット式記録ヘッドと試料 8 との相対位置を調整すればよいので、探針 1 またはインクジェット式記録ヘッド 2 のみを搬送しても試料 8 のみを搬送しても探針 1 またはインクジェット式記録ヘッド 2 および試料 8 の双方を同時に搬送するものでもよい。

【 0 0 3 1 】 制御装置 5 は例えばコンピュータ装置であって図示しないメモリ、CPU、インターフェース回路等を備える。そして所定のプログラムを実行することにより本微細加工装置に本発明の微細加工方法を実行させることが可能に構成されている。そして探針 1 により微細加工を行わせる制御信号 S_v を微細加工用電源 6 に、探針 1 を搬送する制御信号 S_{x1} 、 S_{y1} 、 S_{z1} を探針搬送機構 3 に、流動体を吐出させる制御信号 S_p をインクジェット式記録ヘッド 2 に、当該ヘッド 2 を搬送する制御信号 S_{x2} 、 S_{y2} 、 S_{z2} をヘッド搬送機構 3 にそれぞれ搬送可能に構成されている。

【 0 0 3 2 】 微細加工用電源 6 はその陽極が被加工面を有する試料 8 を載置した基台 7 に、その陰極が探針 1 の芯極 1 0 にそれぞれ接続されている。また基準電圧 V_{ref} が探針 1 の参照電極 1 2 に供給されている。微細加工用電源 6 は制御装置 5 の制御信号 S_v に応じて探針 1 と基台 7 との間に電圧を供給可能に構成されている。陽極からは陽極電圧 V_+ が陰極からは陰極電圧 V_- がそれぞれ供給されている。その電圧値は微細加工の内容に応じて種々に変更可能である。

【 0 0 3 3 】 上記構成において、参照電極 1 2 の基準電圧を基準として陰極（作用極）である芯極 1 0 と陽極である被加工面との電位差によって微細加工が可能となる。

【 0 0 3 4 】 なお上記のように探針 1 とインクジェット式記録ヘッド 2 とを個別に搬送可能に構成する他、両者を同時に搬送可能に構成してもよい。例えば図 5 に示す探針搬送機構 3 b は探針 1 を所定の回転面で回動可能に構成されている。そしてヘッド搬送機構 4 とともに搬送可能に構成されている。この構成によればヘッド搬送機構 4 によりヘッド 2 が搬送されると探針 1 もヘッド 2 とともに搬送される。ヘッド 2 から流動体 1 0 0 が吐出されている間は流動体 1 0 0 の着弾を妨げないように探針搬送機構 3 b は探針 1 を位置 P 1 に下げておく。流動体 1 0 0 が被加工面に着弾したら探針搬送機構 3 b は探針 1 を回動させて位置 P 2 に移動させる。制御装置 5 はさらにヘッド搬送機構 4 は全体を下げて探針 1 の先端を着弾した流動体 1 0 0 に接触させる。また図 6 に示す探針搬送機構 3 c は探針 1 を往復動作させることが可能に構成されている。この場合にはヘッド 2 からの流動体 1 0 0 の吐出時に探針 1 は位置 P 3 で待機させられ流動体 1 0 0 が着弾したら位置 P 4 まで搬送される。このように探針 1 をヘッド 2 に対してどのように相対的に移動させるかは自由に設計変更可能である。

【 0 0 3 5 】 （製造方法）次に本発明の微細加工装置の動作を図 3 のフローチャートおよび図 4 の製造工程断面図を参照して説明する。以下は試料を陽極酸化するための微細加工処理に関する。試料 8 にはシリコン 1 0 2 上に一様にアルミニウム薄膜 1 0 1 を形成したものをを用いる。インクジェット式記録ヘッド 2 から吐出させる流動

体（作用媒体）にはシュウ酸溶液を用いる。

【 0 0 3 6 】 ヘッド搬送・吐出工程（図 4（a））：まず制御装置 5 は制御信号 S_{x2} 、 S_{y2} 、 S_{z2} をヘッド搬送機構 4 に供給し、試料 8 上で微細加工したい微細加工領域にインクジェット式記録ヘッド 2 を搬送させる（図 3 S 1）。次いで制御信号 S_p をインクジェット式記録ヘッド 2 に供給し、ヘッド 2 内部のキャビティ 2 2 1 から流動体 1 0 0 を吐出させる（図 3 S 2）。この結果試料 8 の微細加工領域に流動体 1 0 0 が付着する。

【 0 0 3 7 】 探針搬送工程（図 4（b））：次いで制御装置 5 は制御信号 S_{x1} 、 S_{y1} 、 S_{z1} を探針搬送機構 3 に供給し、微細加工領域に着弾している流動体 1 0 0 に探針 1 を接触させる（図 3 S 3）。探針 1 の芯極 1 0 のみならず参照電極 1 2 も流動体 1 0 0 に接触させるように制御装置 5 は探針搬送機構 3 を制御する。すなわち適正位置にない限り（図 3 S 4：NO）探針 1 の位置補正を行う（図 3 S 5）。

【 0 0 3 8 】 微細加工工程（図 4（c））：次いで制御装置 5 は制御信号 S_v を微細加工用電源 6 に供給し、探針 1 の芯極 1 0 と基台 7 との間に電圧を印加させる（図 3 S 6）。このとき流動体 1 0 0 の液滴の電位は参照電極 1 2 に供給される基準電圧 V_{ref} になる。この処理により流動体 1 0 0 中の陽極近傍、すなわち試料 8 のアルミニウム薄膜近傍で陽極酸化が行われる。つまり電子が流動体中から陽極である試料 8 のアルミニウム薄膜 1 0 1 に移動するため、シュウ酸によってアルミニウムが酸化され、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）膜 1 0 3 が発生する。酸化アルミニウムは絶縁膜として機能する。制御装置 5 は形成したい絶縁パターンに沿って上記探針 1 とヘッド 2 を移動させながら微細加工を行う。加工すべき残りのパターンがある限り（図 3 S 7；YES）、上記処理（図 3 S 1～S 7）を繰り返す。導電性のあるアルミニウム薄膜中の任意の領域を陽極酸化することで任意のパターンで絶縁膜を形成できることになる。

【 0 0 3 9 】 なお流動体 1 0 0 としてパーマロイ鍍金液等の鍍金液を使用した場合には微細領域の鍍金が行える。鍍金溶液の条件を一定になるように雰囲気設定し（例えば約 25℃、pH 約 4）、上記の流動体 1 0 0 と同様にして鍍金溶液をインクジェット式記録ヘッド 2 から鍍金させたい領域に吐出する。そして上記と同様にして探針 1 に電圧を印加すれば微小領域が鍍金される。例えば磁性体に使用する微細なドットを形成可能である。この処理により例えば約 70 nm 程度の径でドットを形成できる。

【 0 0 4 0 】 上記したように本実施形態 1 によれば、流動体をインクジェット方式により試料に塗布可能に構成したので、局部的に陽極酸化膜や鍍金が行える。このときインクジェット方式によれば流動体の吐出量を少なく抑えることができるので、経済的である。また吐出した

流動体の条件管理が不要なので、製造装置を小型化できる。

【 0 0 4 1 】（実施形態 2）本発明の実施形態 2 は局所的にレジスト形成が可能な微細加工に関する。本実施形態の微細加工装置の構成は上記実施形態 1 とほぼ同様なので説明を省略する。ただし本実施形態の探針 1 b は、図 7 の断面図に示すようにカンチレバー 1 3 によって光ファイバー 1 0 b が先端部まで敷設されて構成されている。ただし光ファイバーを細線化してある程度の機械的強度を持たせて光ファイバー自体をカンチレバーとして機能させるのであれば、カンチレバー 1 3 は不要である。光ファイバー 1 0 b の先端部は光射出面 1 4 を除いて金属膜 1 1 b が形成されている。光ファイバー 1 0 b は導波路として機能可能に構成されており、供給端から供給された光を減衰させることなくその先端の光射出面 1 4 から射出可能に構成されている。金属膜 1 1 b は光の漏れを無くし、光の供給効率を高めるための遮断壁として機能可能に構成されている。光射出面 1 4 の径は例えば 5 0 n m 程度に加工されている。また上記実施形態 1 の微細加工用電源 6 の代わりに図示しない発光装置が備えられている。当該発光装置は制御装置 5 の制御により所定の波長、例えば波長 4 1 3 n m のレーザ光を光ファイバー 1 0 b に供給可能に構成されている。なおレジストがレーザ光以外の光で露光されることを防止するためには当該微細加工装置をイエロールームに設置する。

【 0 0 4 2 】（製造方法）次に本発明の微細加工装置の動作を図 3 のフローチャートおよび図 8 の製造工程断面図を参照して説明する。以下は試料表面にレジストを形成するための微細加工処理に関する。試料 8 は例えばシリコン基板 1 0 4 であるものとする。インクジェット式記録ヘッド 2 から吐出させる流動体（作用媒体）にはエネルギーにより硬化する樹脂、例えば光硬化性樹脂を用いる。

【 0 0 4 3 】ヘッド搬送・吐出工程（図 8（a））：まず制御装置 5 は制御信号 S x 2、S y 2、S z 2 をヘッド搬送機構 4 に供給し、試料 8 上でレジストを形成したい領域にインクジェット式記録ヘッド 2 を搬送させる（図 3 S 1）。次いで制御信号 S p をインクジェット式記録ヘッド 2 に供給し、ヘッド 2 内部のキャピティ 2 2 1 から光硬化性樹脂である流動体 1 0 0 b を吐出させる（図 3 S 2）。この結果試料 8 の加工領域に流動体 1 0 0 b が付着する。

【 0 0 4 4 】探針搬送工程（図 8（b））：次いで制御装置は制御信号 S x 1、S y 1、S z 1 を探針搬送機構 3 に供給し、加工領域に着弾している流動体 1 0 0 b に探針 1 b の先端である光射出面 1 4 を接触させる（図 3 S 3）。探針 1 b の光射出面 1 4 全体が流動体 1 0 0 b に接触するように制御装置 5 は探針搬送機構 3 を制御する。すなわち適正位置にない限り（図 3 S 4：N O）探針 1 b の位置補正を行う（図 3 S 5）。

【 0 0 4 5 】微細加工工程（図 8（c））：次いで制御装置 5 は制御信号 S v を発光装置に供給する。この結果、発光装置からのレーザ光が光ファイバー 1 0 b 内で伝達され光射出面 1 4 から射出される（図 3 S 6）。この処理により流動体 1 0 0 b で光が照射される領域の樹脂が硬化してレジストが形成される。レジストを形成すべき残りの領域パターンがある限り（図 3 S 7；Y E S）、上記処理（図 3 S 1～S 7）を繰り返す。この繰り返してシリコン 1 0 4 表面に微細な幅、例えば 6 5 n m 程度のレジストパターンが形成される。微細なレジストパターンが形成されたら、シリコン基板 1 0 4 にエッチング等を施し、微細な凹凸パターンを形成する。本実施形態は例えば高密度記録の記録媒体における情報記録や半導体回路におけるパターンニングなどに用いられる。

【 0 0 4 6 】上記したように本実施形態 2 によれば流動体をインクジェット方式により試料に塗布可能に構成したので、局部的にレジスト形成が行える。このときインクジェット方式によればレジスト材料の吐出量を少なく抑えることができるので、経済的である。また吐出した流動体の条件管理が不要なので、製造装置を小型化できる。

【 0 0 4 7 】（実施形態 3）本発明の実施形態 3 は局所的に磁性体を形成可能な微細加工に関する。本実施形態の微細加工装置の構成は上記実施形態 1 とほぼ同様なので説明を省略する。ただし本実施形態の探針 1 c は、図 9 の断面図に示すようにカンチレバー 1 3 と芯極 1 0 c とを備えている。芯極 1 0 はトンネル効果により直接微細加工を司る電極で、いわゆる作用極として作用する電極である。芯極 1 0 は微細加工に耐えられる物理的・化学的安定性を有する材料で構成される。また微細加工用電源 6 からの参照電圧は不要である。

【 0 0 4 8 】（製造方法）次に本発明の微細加工装置の動作を図 1 0 の製造工程断面図を参照して説明する。以下は試料表面に酸化鉄を形成するための微細加工処理に関する。被加工面である試料 8 は、例えば基板 1 0 6 に鉄薄膜 1 0 7 が形成されたもの（図 1 0（a））である。インクジェット式記録ヘッド 2 から吐出させる流動体（作用媒体）には、酸化鉄などの酸化物を流動体中でエピタキシャル成長させることが可能な媒体を用いる。例えば流動体 1 0 0 c として鉄やコバルト等の塩化物水溶液が考えられる。

【 0 0 4 9 】第 1 加工工程（図 1 0（b））：まず制御装置は制御信号 S x 1、S y 1、S z 1 を探針搬送機構 3 に供給し、鉄薄膜 1 0 7 が形成された基板 1 0 6 上で、酸化鉄を形成したい領域に探針 1 c の先端を近づける。探針 1 c の先端と鉄薄膜 1 0 7 との間でトンネル電流が流れる間隙となるように制御装置 5 は探針搬送機構 3 を制御する。

【 0 0 5 0 】次いで制御装置 5 は制御信号 S v を微細加工用電源 6 に供給する。この結果、探針 1 c の芯極 1 0

c と鉄薄膜 1 0 7 との間に電圧が印加される。この処理により、トンネル効果による電流が流れた領域の鉄が大気中の水蒸気と反応し、鉄薄膜 1 0 7 表面が酸化され酸化鉄膜 1 0 8 に変化する。酸化すべき残りの領域がある限り上記処理を繰り返す。この繰り返しで鉄薄膜 1 0 7 表面を酸化鉄膜に変えていく。

【0 0 5 1】第 2 加工工程 (図 1 0 (c) ~ (d)) :

次いで制御装置 5 は制御信号 S x 2、S y 2、S z 2 をヘッド搬送機構 4 に供給し、インクジェット式記録ヘッド 2 を酸化鉄膜 1 0 8 の上部に搬送させる。そして制御信号 S p をインクジェット式記録ヘッド 2 に供給し、ヘッド 2 内部のキャピティ 2 2 1 から流動体 1 0 0 c を吐出させる。この結果酸化鉄膜 1 0 8 を覆って流動体 1 0 0 c が付着する (図 1 0 (c))。次いで流動体 1 0 0 c 中において酸化鉄膜 1 0 8 を核として、フェライトをエピタキシャル成長させる (液相エピタキシャル成長 : 図 1 0 (d))。

【0 0 5 2】フェライトの成長が終了したら、不要になった流動体 1 0 0 c を試料 8 上から除去する (図 1 0 (e))。酸化鉄膜 1 0 7 を核としてフェライトが成長しているの、酸化鉄膜 1 0 7 を形成したパターン通りの強磁性体膜が得られる。この磁性体ドットは微細径を備えている。すなわちこれらの工程により磁性体の微細パターンを形成していくことで、高密度記録のための記録媒体を製造できる。

【0 0 5 3】上記したように本実施形態 3 によれば探針による第 1 の加工とインクジェット方式による第 2 の加工により、局部的にフェライト形成が行える。このときインクジェット方式によれば塩化物水溶液の使用料を少なく抑えることができるので、経済的である。また吐出した流動体の条件管理が不要なので、製造装置を小型化できる。

【0 0 5 4】(その他の変形例) 本発明は上記実施形態によらず種々に変形して適用することが可能である。すなわちインクジェット方式などを用いて流動体を塗布するための構成と探針により微細加工を行うための構成とを備えていれば、本発明の適用範囲である。上記実施形態 3 のように、探針による微細加工を必ずしも塗布された流動体の中で行うことを要しない。すなわち i) 流動体を塗布し、塗布された流動体中に探針を付けて行う加工、i i) 探針により加工を行い、その後に流動体を塗布して行うさらなる加工および i i i) 流動体を塗布して加工を行い、その後に探針により行う加工など、流動体の塗布と探針による加工が密接な関係を有する場合には本発明の適用範囲となる。また上記各実施形態では、エネルギーとして電圧や光を供給可能な探針およびエネルギー供給装置を使用していたが、他のエネルギー、例えば熱、磁気等を供給可能に構成してもよい。また探針と流動体塗布機構を個別の構成として説明したが、一つの装置で双方の機能を兼務可能に構成してもよい。

例えば探針の内部に貫通穴を設け、この貫通穴を通して流動体を供給可能に構成してもよい。このように構成すれば、探針搬送機構と流動体搬送機構とを一体化可能である。また探針の構造、インクジェット式記録ヘッドの構造、流動体の材料等は上記に拘束されず種々に変更可能である。

【0 0 5 5】

【発明の効果】本発明によれば、作用媒体である流動体を局所的に塗布するよう構成したので、材料の利用効率がよく小型化が可能な微細加工装置を提供することが可能である。

【0 0 5 6】本発明によれば、作用媒体である流動体を局所的に塗布する工程を備えたので、材料の利用効率がよく小型の装置に適用可能な微細加工方法を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 における微細加工装置の構造図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 における探針の構造を説明する断面図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 における微細加工装置の動作を説明するフローチャートである。

【図 4】実施形態 1 の微細加工方法を説明する製造工程断面図である。

【図 5】本発明の実施形態 1 における搬送機構の変形例の説明図である。

【図 6】本発明の実施形態 1 における搬送機構の他の変形例の説明図である。

【図 7】本発明の実施形態 2 における探針の構造を説明する断面図である。

【図 8】実施形態 2 の微細加工方法を説明する製造工程断面図である。

【図 9】本発明の実施形態 3 における探針の構造を説明する断面図である。

【図 1 0】実施形態 3 の微細加工方法を説明する製造工程断面図である。

【図 1 1】インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 1 2】インクジェット式記録ヘッドの主要部の斜視図一部断面図である。

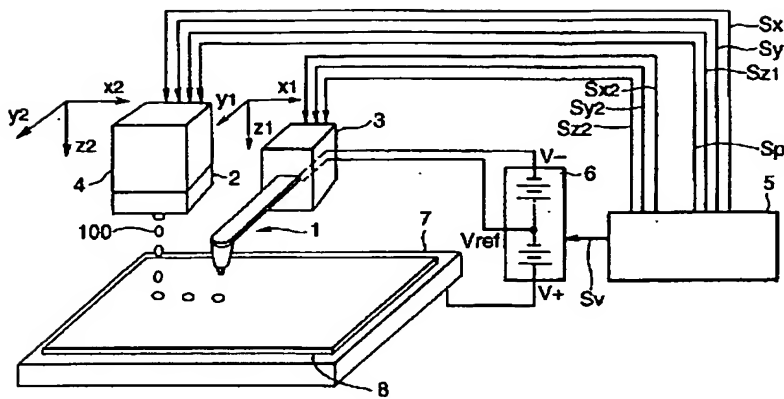
【符号の説明】

- 1、1 b、1 c…探針
- 2…インクジェット式記録ヘッド
- 3、3 b、3 c…探針搬送機構
- 4…ヘッド搬送機構
- 5…制御装置
- 6…微細加工用電源
- 7…基台
- 8…試料
- 1 0…芯極

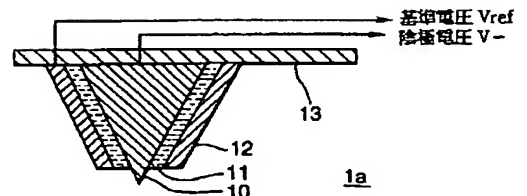
1 2 …参照電極

1 0 0, 1 0 0 b、1 0 0 c …流動体

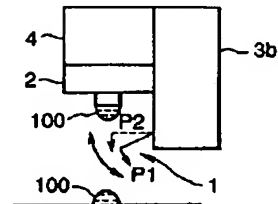
【図 1】



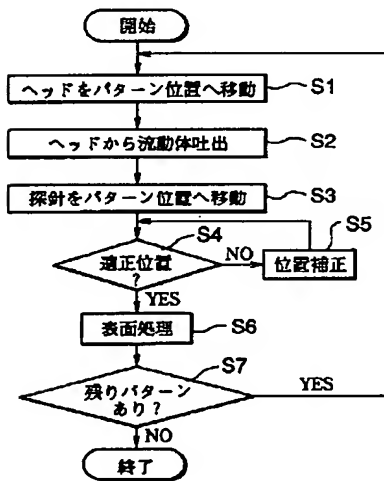
【図 2】



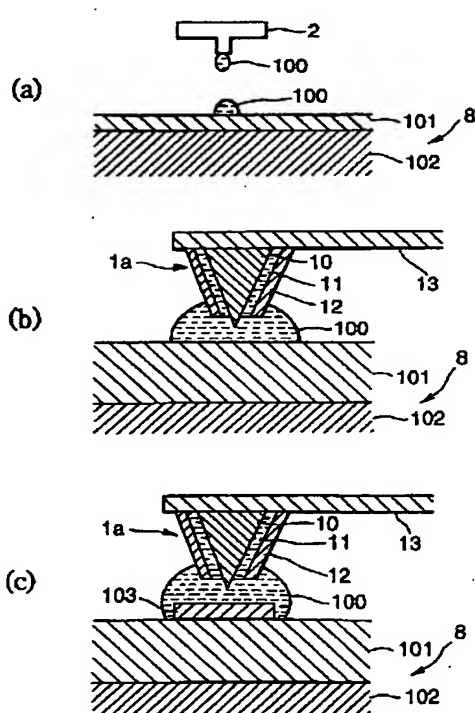
【図 5】



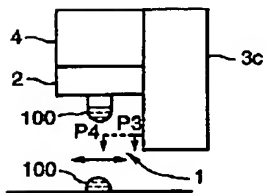
【図 3】



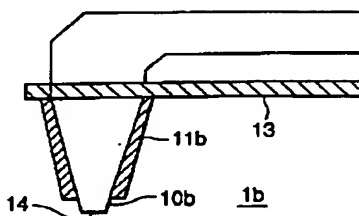
【図 4】



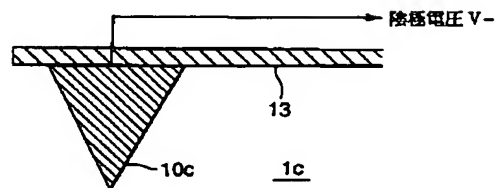
【図 6】



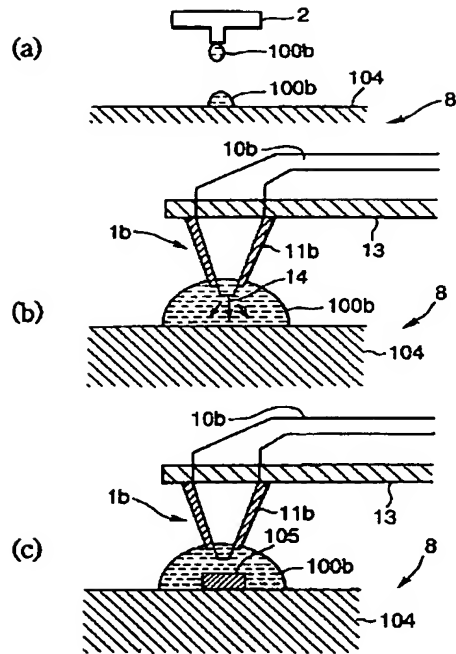
【図 7】



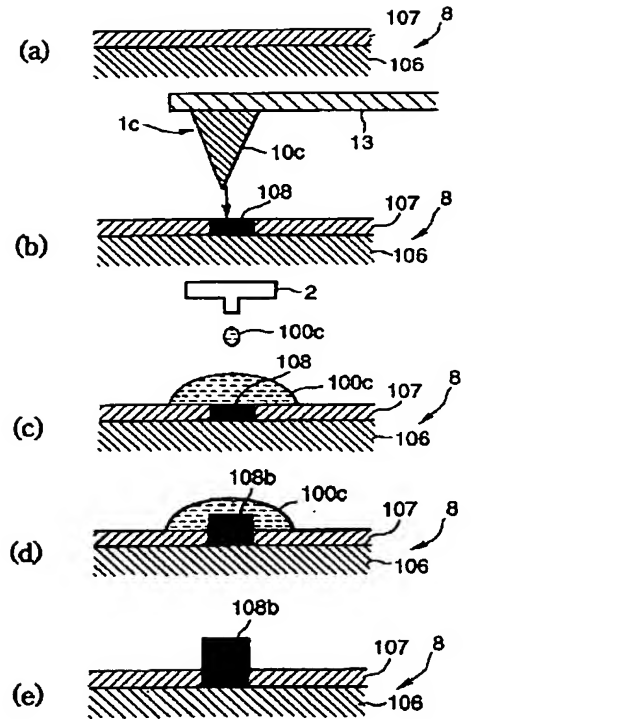
【図 9】



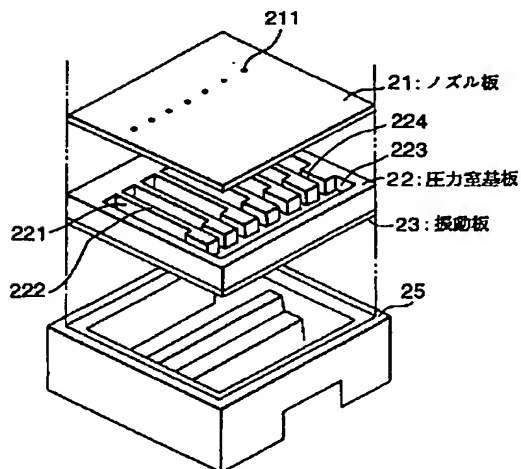
【図 8】



【図 10】

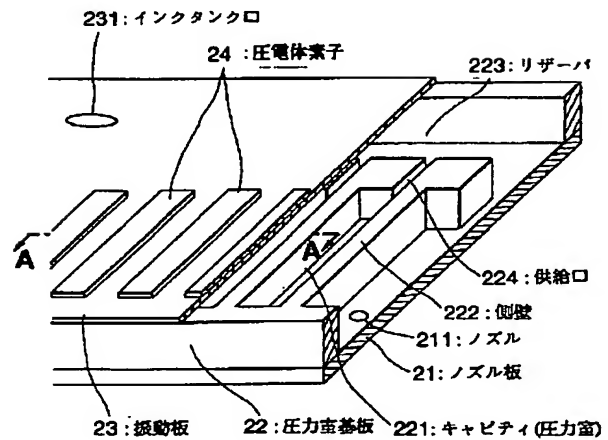


【図 11】



2: インジェット式記録ヘッド

【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 下田 達也
 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコ
 ーエプソン株式会社内

(72)発明者 憂山 高信
 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコ
 ーエプソン株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.